Alain FORET





8e édition

Guide de palanquée (P4)
Directeur de plongée (P5)
Monitorats

Editions GAP - Collection Sports - 2015

Sommaire

2ème partie : Direction de plongées d'exploration 371

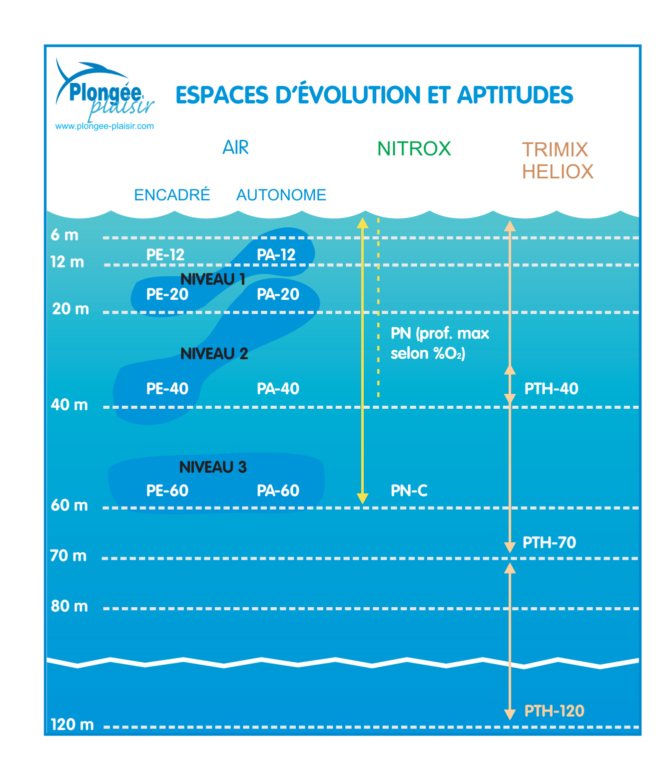
Pour en savoir plus 397

A quoi correspond la notion d'espaces d'évolution ?

Ce sont des zones de profondeur définies par la réglementation. Les espaces d'évolution pour la plongée à l'air sont les suivants :

- 0 à 6 m ;
- 0 à 12 m ;
- 0 à 20 m ;
- 0 à 40 m ;
- 0 à 60 m[1].

L'accès à ces différents espaces d'évolution dépend des **aptitudes** des plongeurs. Le code du sport prévoit deux catégories d'aptitudes, celles permettant de *plonger encadré* par un encadrant de palanquée (PE) et celle permettant de *plonger en autonomie* (PA). Par exemple, un plongeur niveau 1 est réputé avoir les aptitudes à plonger encadré à 20 m (PE-20) et, optionnellement, celles à plonger en autonomie à 12 m (PA-12). Le tableau de la page suivante présente les aptitudes et les brevets associés.



A titre d'information (cela sort du cadre de ce livre), voici quelques éléments complémentaires :

- Les aptitudes *plongeur nitrox* (PN) et *plongeur nitrox confirmé* (PN-C) permettent de plonger au nitrox. La profondeur maximum d'évolution dépend du pourcentage d'O_2 du mélange.
- Les aptitudes *plongeur trimix heliox* (PTH) permettent de plonger à l'heliox (helium + oxygène) ou au trimix (azote + helium + oxygène). Les espaces additionnels prévus sont : 0 à 70 m, 0 à 80 m et au-delà de 80 m dans la limite de 120 m.

Qu'est-ce qu'une « aptitude » ?

Une « aptitude » peut se définir comme une « compétence reconnue ». Cela signifie qu'au-delà des brevets, qui fournissent tout de même une indication sérieuse, le directeur de plongée doit être capable d'évaluer les aptitudes du moment. La connaissance des plongeurs et la lecture de leur carnet de plongée (prise en compte de l'expérience acquise) prennent alors une importance certaine.

— A quand remonte la dernière plongée ?

— Combien de plongées ce plongeur a-t-il à son actif ?



1. L'espace de 40 à 60 m est réservé aux plongeurs brevetés au sein de l'Ecole de Plongée Française (FFESSM, FSGT, UCPA, ANMP, SNMP) ou de la CMAS.



AIDE-MÉMOIRE

CERTIFICAT MÉDICAL

FFESSM

	Médecins fédéraux (FFESSM)	Médecins diplômés de médecine subaquatique	Médecins du sport	Tout médecin inscrit à l'Ordre (« généraliste »)
Baptême, pack-découverte, pack-rando	Aucun certificat médical (sauf handisub).			
1re licence (hors compétition et handicap)	✔	✔	✔	✔
Exploration air ou nitrox	✔	✔	✔	✔
Passage niveaux 1, 2 et 3, brevets nitrox, qualifications PE/PA/PN/PN-C	✔	✔	✔	✔
Encadrement et enseignement à l'air ou au nitrox	✔	✔	✔	✔
Passage du niveau 4 Passage des brevets d'enseignement	✔	✔	✔	
Recycleur ou trimix : formation (PTH), explo, encadrement, enseignement	✔	✔	✔	
Reprise de la plongée après accident	✔	✔		
Pathologies devant faire l'objet d'une évaluation	✔			
HANDISUB				
Handisub : baptême 2 mètres max.	✔	✔	✔	✔
Handisub : passage PESH 6 à PESH 40 et toute immersion > 2 mètres [1]	✔			
JEUNES PLONGEURS (moins de 14 ans)				
1re étoile de mer	Aucun certificat médical n'est exigé.			
Passage plongeur Bronze, Argent, Or et exploration (cas général)	✔	✔		
Exploration : plongeurs de 12 ans ou 13 ans titulaires du niveau 1	✔	✔	✔	✔
2e et 3e étoile de mer	✔	✔	✔	✔

Type : Non-contre-indication à la pratique de la plongée subaquatique.
Validité : 1 an, sauf prise régulière de médicaments, opération chirurgicale… Si un certificat médical prend fin au cours d'un stage, il reste valable jusqu'à la fin de celui-ci.
Avertissement : La FFESSM conseille aux membres et licenciés de privilégier, chaque fois que possible, le recours à un médecin fédéral et ce même dans le cas où le certificat de non-contre-indication peut être délivré par tout médecin.
[1] Ou médecin spécialisé en médecine physique.
Sources : Règlement Médical, CTN et résolutions du CDN de la FFESSM (www.ffessm.fr).

FSGT

Certificat non exigé pour les baptêmes.
Cas général : certificat de non-contre-indication délivré par tout médecin. Pour les plongeurs pouvant évoluer au-delà de 20 m, il est vivement conseillé de consulter un médecin spécialisé en hyperbarie. Pour les enfants, il est demandé une visite annuelle auprès d'un médecin du sport.

ANMP SNMP

Certificat non exigé pour les baptêmes.
Certificat de non-contre-indication vivement conseillé. Pour les handicapés physiques, il est préconisé d'avoir recours à un médecin connaissant parfaitement les handicapés et la plongée.

P4
P5
M

L'équipement du guide de palanquée

En milieu naturel, les guides de palanquée doivent disposer d'un équipement minimum (code du sport) :

1. « Un système gonflable au moyen de gaz comprimé leur permettant de regagner la surface et de s'y maintenir ».
   Généralement, il s'agit du gilet avec un direct-system.

2. « Des équipements permettant de contrôler les caractéristiques de la plongée et de la remontée de la palanquée ». Profondimètres (timers), tables et montres répondent à cette exigence. Si vous utilisez un ordinateur, pour gérer la désaturation de toute la palanquée, ayez à l'esprit que cet instrument suit le profil exact du plongeur, contrairement aux tables qui considèrent un profil « carré ». Vous devez donc vous assurer qu'**à aucun moment** de la plongée, un des plongeurs n'a évolué à une profondeur supérieure à la vôtre. Dans tous les cas, il est souhaitable de prendre une marge de sécurité et d'effectuer des plongées restant largement dans la courbe des plongées sans palier.

3. « Un équipement de plongée muni de deux sorties indépendantes ».
   La bouteille utilisée par le guide doit disposer de deux sorties indépendantes. En cas de fuite sur l'un des robinets pendant la plongée, il faut pouvoir le refermer sans perdre tout l'air disponible et assurer ensuite sa remontée sur la seconde sortie d'air. Cela rend inutilisables les raccords proposés par certains fabricants, qui permettent, à partir d'une seule sortie d'air, d'effectuer une dérivation vers deux premiers étages de détendeur.



(3) Les robinets doivent être indépendants.





(1) Gilet avec direct-system

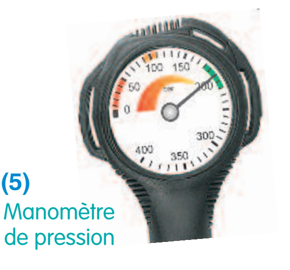


(2) Paramètres de plongée (ordinateur…)



(4) Deux détendeurs complets

(6) Parachute de palier



(5) Manomètre de pression

P4
P5
M

Matériel de plongée obligatoire (code du sport)

AIDE-MÉMOIRE

Tout plongeur doit disposer a minima de…	Milieu artificiel	Milieu naturel
Un manomètre ou un système équivalent permettant d'indiquer la pression au cours de la plongée	✔	✔
Un système gonflable au moyen de gaz comprimé lui permettant de regagner la surface et de s'y maintenir (gilet + direct-system)		✔

Le même matériel est obligatoire pour les plongées en autonomie et les plongées encadrées au-delà de 20 m (Cds 2012)	Milieu artificiel	Milieu naturel
Un manomètre ou un système équivalent permettant d'indiquer la pression au cours de la plongée	✔	✔
Un système gonflable au moyen de gaz comprimé lui permettant de regagner la surface et de s'y maintenir (gilet + direct-system)		✔
Des équipements permettant de contrôler les caractéristiques personnelles de la plongée et de la remontée (ordinateur ou profondimètre + montre/timer + tables)		✔
Un équipement de plongée permettant d'alimenter en gaz respirable un équipier sans partage d'embout (deux sources d'air, « octopus »)		✔
Un parachute de palier par palanquée		✔

Le matériel suivant est obligatoire pour l'encadrant de palanquée (guide, moniteur)…	Milieu artificiel	Milieu naturel
Un manomètre ou un système équivalent permettant d'indiquer la pression au cours de la plongée	✔	✔
Un système gonflable au moyen de gaz comprimé lui permettant de regagner la surface et de s'y maintenir (gilet + direct-system)		✔
Des équipements permettant de contrôler les caractéristiques de la plongée et de la remontée de la palanquée (ordinateur ou ensemble profondimètre/timer et tables)		✔
Un équipement de plongée avec deux sorties indépendantes Deux détendeurs complets (1er et 2e étage)		✔
Un parachute de palier par palanquée		✔









Plongée encadrée au-delà de 20 m, même matériel obligatoire que pour les plongées en autonomie.

Entretien du matériel

Les matériels subaquatiques et équipements nautiques utilisés par les plongeurs sont régulièrement vérifiés et correctement entretenus.

Désinfection du matériel

Les tubas et détendeurs mis à disposition des plongeurs par les établissements d'APS doivent être désinfectés avant chaque plongée en cas de changement d'utilisateur.
La FFESSM, *via* sa commission médicale et de prévention (medical.ffessm.fr), indique :
« La première des recommandations à respecter est la désinfection de cet embout buccal (de façon générale de toutes les pièces pouvant être contaminées par la salive) en particulier lorsqu'il vient juste d'être utilisé. Elle doit se faire avec un produit :
- à action rapide ;
- non toxique pour l'homme ;
- non agressif pour le matériel ;
- non polluant pour l'environnement ;
- si possible bon marché.

Des produits comme l'eau de javel diluée au 1/10 sont à proscrire : il s'agit d'un caustique qui dénature le caoutchouc et corrode l'aluminium ; de même, tous les produits à base de glutaraldéhyde, principe actif utilisé pour la désinfection des dispositifs médicaux thermo-sensibles, ne sont pas adaptés à ce type de désinfection souhaitée.

Cette désinfection doit se faire par trempage pendant 15 min (ce temps de trempage maximum garantit l'action désinfectante) avec des produits à base d'ammonium quaternaire tels que :
- Esculase© du laboratoire Rivadis™ dilué à 0,70 % : 2 sachets de 35 g dans 10 litres d'eau (pH après dilution : 10,5 ± 0,5) ;
- Hexanios© du laboratoire Anios™ dilué à 0,5 % : 1 dose de 50 ml dans 10 litres d'eau. L'avantage de ce produit est que, après dilution, le pH de la solution obtenue est neutre (7 ± 0,5) ce qui en fait un produit non corrosif.

Cette liste est indicative et non exhaustive. »
Notons également la gamme de produits SeptiOne© chez Abyssnaut™.

UL2
Guider sa palanquée

Un plongeur niveau 4 est un guide de palanquée qui doit être compétent en matière de conduite de palanquée et d'orientation. Il doit aussi veiller à la flottabilité des plongeurs qu'il encadre, dans un double souci de sécurité et de protection de la nature.

La conduite de palanquée

Conduire une palanquée nécessite un apprentissage, durant votre formation, puis tout au long de votre pratique.

Le « briefing »

En tant que guide de palanquée, vous serez amené à présenter la plongée et à rappeler les consignes de sécurité aux membres de votre palanquée.
Ce *briefing*, pour lequel vous devrez vous entraîner lors de votre formation, contient généralement les points suivants :



Consignes avant la mise à l'eau.

- Une phase d'accueil ou de prise de contact si vous ne connaissez pas les plongeurs. Elle doit être à la fois sympathique et respectueuse afin de mettre en confiance vos interlocuteurs (*ex. Bonjour, je m'appelle Eric et vous ?* [...]. *Je suis votre guide de palanquée ; vous avez déjà plongé ici ?* [...]. *A quand remonte votre dernière plongée ?* [...] etc.).
- Un rappel succinct du *briefing* du directeur de plongée (le vôtre le complète, il ne s'y substitue pas).
- Une présentation détaillée de la plongée depuis la mise à l'eau jusqu'à la remontée. Cette présentation ne doit pas être uniquement technique, elle doit donner envie de plonger. Par exemple, pour une plongée sur épave, expliquez l'histoire du naufrage ; pour une plongée le long d'un tombant, insistez sur l'approche des espèces, comment faire pour voir le plus de choses, etc.
- Un rappel des consignes de sécurité (oreilles, profondeur max., réserves d'air et signes, remontée lente, paliers, rester groupés, etc.).

Chaque fois que cela est possible, faites participer votre auditoire, entamez une conversation, évitez les monologues.
Avant la mise à l'eau, procédez aux vérifications préalables :
- bouteille bien ouverte (2 ou 3 essais d'inspiration/expiration sur le détendeur) ;
- direct-system branché (éventuellement, gonfler un peu le gilet en surface) ;
- manomètre indiquant bien la pression dans la bouteille ;
- masque sur le visage, détendeur en bouche.

Précisez que vous vous mettez à l'eau en premier, puis que les membres de votre palanquée se mettent à l'eau chacun à leur tour, à votre signal. Insistez sur l'importance de bien vérifier qu'il n'y a personne en dessous avant de sauter, et sur le signe « Ok » en surface après la mise à l'eau lorsque tout va bien.

L'orientation

A minima, un guide de palanquée se doit de trouver les sites indiqués par le directeur de plongée et de ramener au point de départ[1] la palanquée dont il a la responsabilité. Il en va de la sécurité des plongeurs et de l'intérêt de la plongée. Cela passe par la maîtrise des techniques d'orientation.

L'orientation avec repères naturels

1. Le soleil	Où doit être le soleil par rapport à la plongée, en face, dans le dos, à gauche, à droite ?
2. La côte	La plongée se déroule-t-elle avec le tombant à main droite, à main gauche, ou bien autour d'un pic rocheux ?
3. La profondeur du mouillage	Il est souvent judicieux de commencer la plongée en descendant jusqu'à l'ancrage (ancre, corps-mort). Cela permet à la fois de mémoriser la conformation du terrain qu'il faudra rechercher au retour et la profondeur du mouillage (inutile, en fin de plongée, de rechercher l'ancre sur 20 m si elle est posée sur 15 m).
4. Le courant	Dès la surface, lorsque l'embarcation est stabilisée, vérifiez s'il y a du courant. Pour cela, vous pouvez tremper une palme dans l'eau et « sentir » le courant sur la voilure ou observer l'environnement et regarder, par exemple, les rides que forme l'eau autour d'une bouée matérialisant le site. Le plus souvent, il est conseillé de commencer sa plongée à contre-courant de telle manière qu'en fin de plongée, le courant ramène la palanquée au bateau. Dans ce cas, il faut veiller à toujours faire surface devant le bateau
5. Eléments caractéristiques sur le fond	▪ Les roches ou reliefs caractéristiques sont des repères essentiels. Il est conseillé de mémoriser leur apparence non seulement dans le sens de l'aller mais également dans celui du retour, car la forme d'une roche peut être très différente selon l'angle de vue. ▪ Les différents habitats (zone de sable, herbier, aplomb rocheux, roche isolée…) peuvent également fournir de précieuses indications en fonction de leur situation par rapport au parcours suivi. ▪ Sur les zones de sable, il est possible de se repérer à l'aide des lignes d'ondulation qui forment des sortes de « rides » parallèles.
6. Le parcours en plongée	Adoptez un parcours simple en évitant les changements de direction incessants. A tout moment, vous devez être capable de répondre à cette question : « A partir du point où je me situe, où se trouve le bateau ? » Sur un plateau ou sur des roches dispersées, l'absence de points de repère significatifs peut être un handicap. Il est alors conseillé d'adapter le parcours : en carré, en « branches d'étoile » en revenant plusieurs fois au mouillage, etc. Dans tous les cas, avant la plongée, écoutez attentivement les directives du directeur de plongée et, au besoin, n'hésitez pas à demander des précisions.

Les différents parcours en plongée

Du point de vue de l'orientation, tous les sites ne sont pas d'égale difficulté. Sans être exhaustifs, citons les principaux cas de figures.

Les plongées sur un « sec » ou une roche de faible dimension

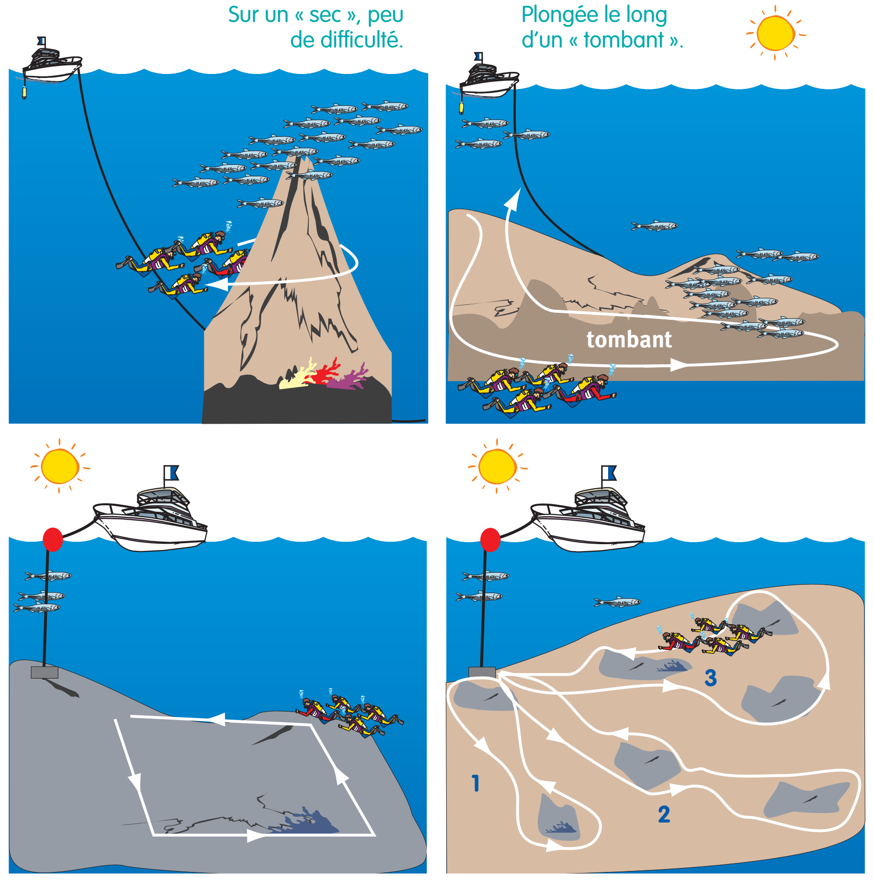
Ces plongées ne posent aucune difficulté en matière d'orientation : il suffit généralement de faire le tour du site. Toutefois, faites attention au courant, ne vous laissez pas surprendre avec votre palanquée.

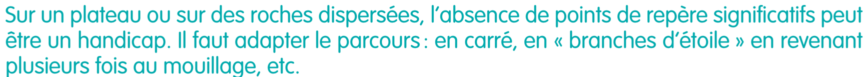
Les plongées le long d'un « tombant »

L'orientation le long d'un tombant est simple. Il suffit de parcourir le tombant dans un sens, « main gauche » par exemple, et de revenir dans l'autre, « main droite », généralement à plus faible profondeur, pour adopter un profil correct. Le soleil peut être un point de repère supplémentaire.

Les plongées sur épave

Dans de bonnes conditions (eau claire, courant faible), s'orienter sur une épave ne pose aucune difficulté particulière. Il reste conseillé que le mouillage soit attaché bien haut, pour faciliter son identification.

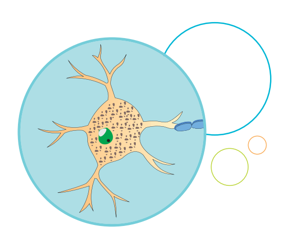



Sur un plateau ou sur des roches dispersées, l'absence de points de repère significatifs peut être un handicap. Il faut adapter le parcours : en carré, en « branches d'étoile » en revenant plusieurs fois au mouillage, etc.

P4
P5
M

UL3

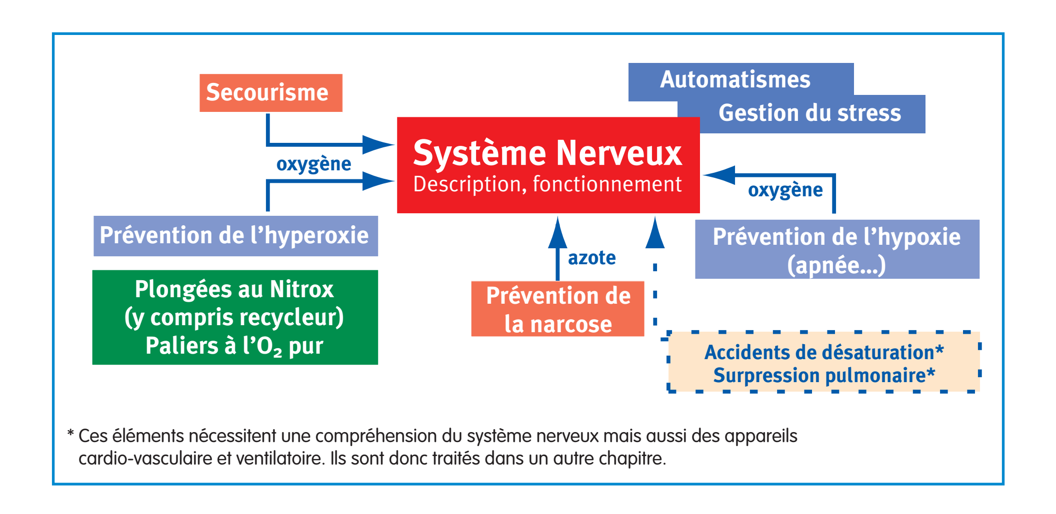
Incidence de la plongée sur le système nerveux



La plongée sollicite notre système nerveux, c'est une évidence.

Tout d'abord, elle nécessite un contrôle de soi, une gestion du stress, particulièrement dans un rôle de guide de palanquée. Ensuite, par le fait de respirer de l'air sous pression, elle nous soumet aux effets narcotiques de l'azote, au-delà d'une certaine profondeur. De plus, certaines plongées, autrefois réservées aux domaines militaire ou professionnel, touchent aujourd'hui les plongeurs de loisir. Ce sont les plongées au Nitrox (dès le niveau 1) et celles aux recycleurs (à partir du niveau 3), avec des risques liés à l'excès (hyperoxie) ou au manque (hypoxie) d'oxygène. Même l'apnée, pourtant si médiatique et apparemment anodine, sollicite notre système nerveux de manière spécifique.

Enfin, les interventions face à un accident de plongée, dont la mise en œuvre n'est jamais souhaitée, mais auxquelles le bon sens nous dicte de nous préparer, nécessitent la compréhension de certains mécanismes. Il s'agit, en particulier, du rôle fondamental de l'oxygène dans la survie des cellules nerveuses.
La connaissance des risques liés à la plongée doit vous permettre de savoir les anticiper et les prévenir pour ne jamais y être confronté, que ce soit pour vous-même ou pour les plongeurs débutants, de niveau 1 ou de niveau 2, dont vous aurez la responsabilité. Vous créerez ainsi les conditions idéales pour que vos explorations sous-marines soient tournées tout entières vers la découverte du monde sous-marin et donc le plaisir de la plongée.



* Ces éléments nécessitent une compréhension du système nerveux mais aussi des appareils cardio-vasculaire et ventilatoire. Ils sont donc traités dans un autre chapitre.

P4
P5
M
I

« RENDEZ-VOUS SYNCOPAL DES 7 MÈTRES »

Enoncée par R.J. Sciarli en 1965, cette hypothèse, expliquée scientifiquement, attribue une origine autre que l'hypoxie dans certains cas de syncope en apnée, comme celles constatées « après une immersion de 20 à 30 secondes chez le chasseur sous-marin entraîné » [21].

Sans rapport avec un manque d'oxygène, cela mettrait en œuvre des mécanismes physiologiques complexes à l'approche d'une zone critique dans les derniers mètres de la remontée. Symboliquement, R.J. Sciarli a retenu le chiffre « 7 » pour qualifier cet accident de « rendez-vous syncopal des 7 mètres ».

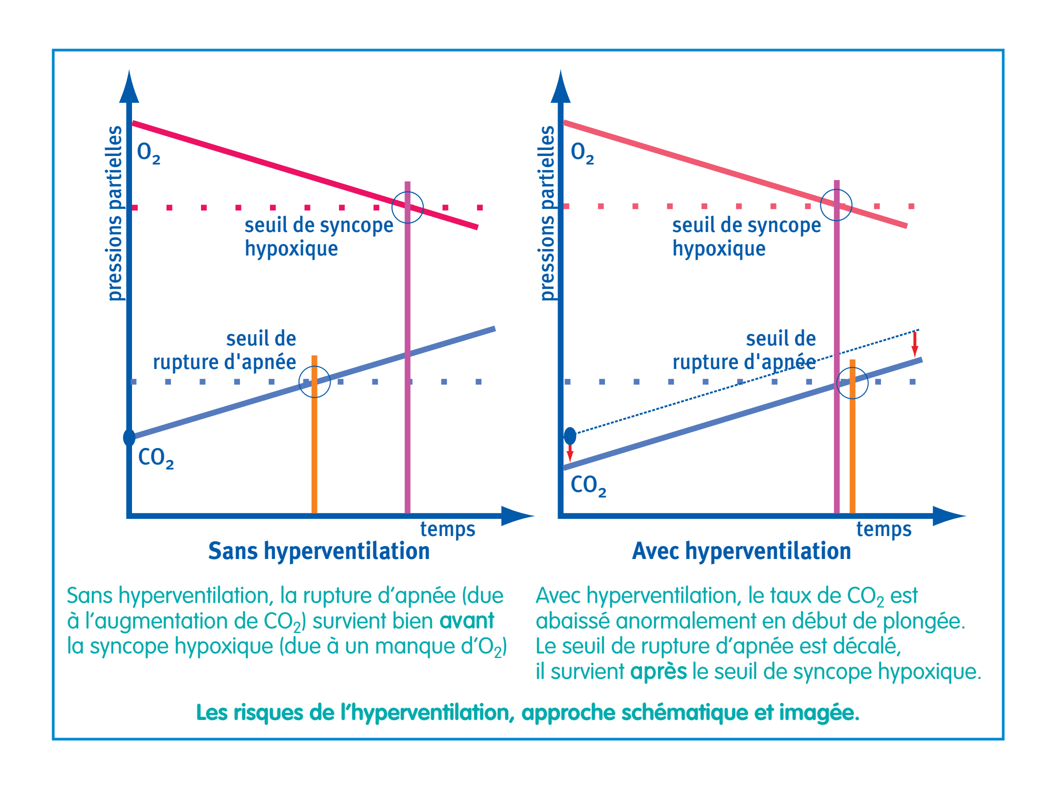
Retenons qu'une **bonne condition physique ne met pas à l'abri** d'une perte de connaissance. L'accident est toujours possible, souvent imprévisible. ***Plus que jamais, il faut déconseiller de plonger seul.***

LA RÈGLE DU TIERS-TEMPS

La « règle du tiers-temps » est une donnée indicative, qui ne peut être fournie que par un médecin, le jour de l'examen médical. Cela consiste *« à demander au sujet, debout, de s'hyperventiler à son rythme jusqu'à la survenue d'un malaise [...] : vertige, picotements [...]. Le temps d'hyperventilation constaté est alors divisé par trois ; ce résultat est communiqué à l'intéressé en lui indiquant que cette durée représente une durée limite maximale d'hyperventilation à ne pas dépasser »* [22].

Ce test est donc réalisé en surface et sous contrôle médical. Allongé dans l'eau, les valeurs obtenues sont grandement supérieures et mettent le plongeur en danger.

Dans la plupart des cas, une respiration abdominale profonde sur une durée courte est suffisante.

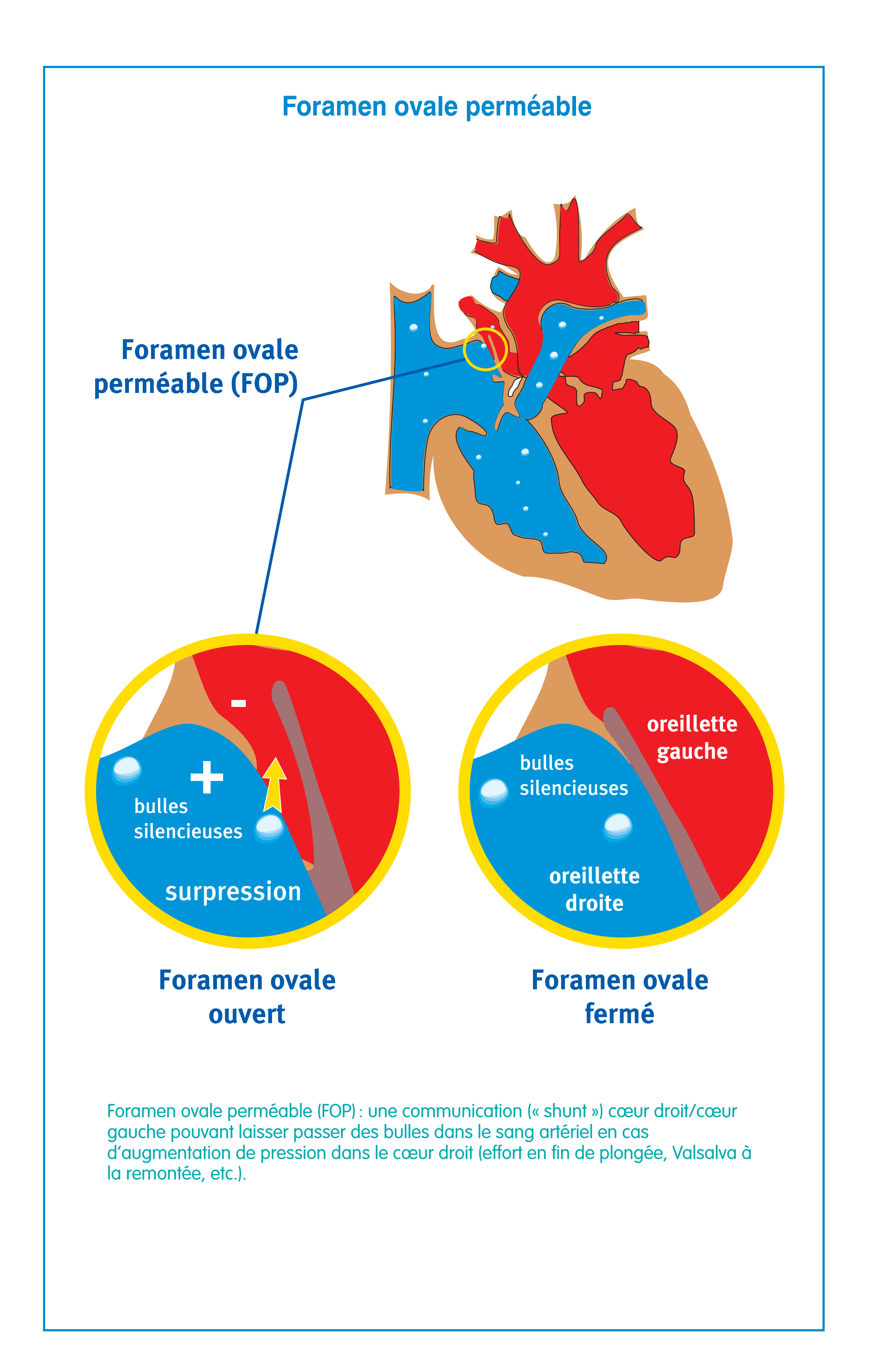


Sans hyperventilation, la rupture d'apnée (due à l'augmentation de CO_2) survient bien **avant** la syncope hypoxique (due à un manque d'O_2)

Avec hyperventilation, le taux de CO_2 est abaissé anormalement en début de plongée. Le seuil de rupture d'apnée est décalé, il survient **après** le seuil de syncope hypoxique.

Les risques de l'hyperventilation, approche schématique et imagée.

P4
P5
M
I



Foramen ovale perméable (FOP) : une communication (« shunt ») cœur droit/cœur gauche pouvant laisser passer des bulles dans le sang artériel en cas d'augmentation de pression dans le cœur droit (effort en fin de plongée, Valsalva à la remontée, etc.).

Un cas particulier : la diurèse d'immersion

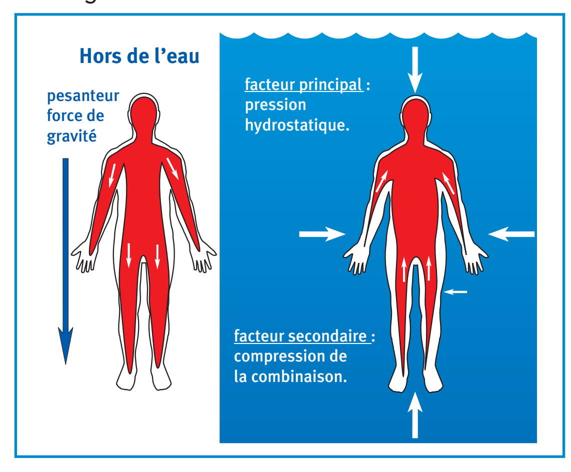
En immersion, la poussée d'Archimède s'oppose à la force de gravité, créant un poids apparent nul. Cela entraîne une redistribution des masses sanguines depuis les membres inférieurs vers le thorax et l'abdomen (voir schéma ci-contre) [37].
Cette nouvelle répartition des liquides provoque une **augmentation du volume sanguin** central d'environ 0,7 litre [38].
Le cœur recevant plus de sang, il doit s'adapter pour retrouver un débit cardiaque normal. Deux actions de régulation sont mises en œuvre successivement : diminution de la fréquence cardiaque puis réduction de la quantité de sang envoyée à chaque cycle.

Phase 1 : Action sur la fréquence

Du fait de l'afflux sanguin vers le cœur, une plus grande quantité de sang est éjectée lors de chaque contraction. Cette augmentation est détectée par des capteurs de pression *(barorécepteurs)*. Le système nerveux réagit par réflexe en provoquant une bradycardie (baisse de la fréquence cardiaque).

Phase 2 : Action sur le volume d'éjection systolique

La première action ayant une durée limitée, le corps essaie de trouver une solution plus durable, en diminuant le volume d'éjection systolique. Pour cela, une seule possibilité : diminuer la masse sanguine et donc perdre de l'eau.
Des capteurs de volumes *(volo-récepteurs)* situés sur l'oreillette droite provoquent une diurèse (sécrétion de l'urine). De l'eau passe de la circulation dans la vessie. Ainsi, le volume sanguin ayant diminué, le corps retrouve un rythme cardiaque proche de la normale au bout de quelques dizaines de minutes. Cela provoque une envie d'uriner.
Ce mécanisme est celui de la *diurèse d'immersion,* différente de la *diurèse de lutte contre le froid,* mais dont les effets se cumulent en plongée.
De retour en surface, le plongeur retrouve les conditions terrestres : le sang reprend alors sa répartition habituelle dans le corps. Mais du fait de la diurèse d'immersion, il en résulte une hypovolémie (baisse du volume sanguin) qui a pour effet **de gêner l'élimination de l'azote** et de favoriser son **accumulation** dans certaines parties du corps, augmentant alors les **risques** d'accidents de désaturation.
De plus, en cas d'accident de désaturation, cela crée des complications, par un manque de fluidité du sang.



Toute immersion provoquant une déshydratation, il est important de boire de l'eau avant et surtout après chaque plongée, même sans sensation de soif.

L'immersion crée une redistribution des masses sanguines vers le thorax avec pour conséquence une perte de liquides. Schéma de principe imagé.

Conduite à tenir dans l'eau

Dès les premiers signes d'apparition du froid, les plongeurs doivent **le signaler** et le guide de palanquée mettre fin à la plongée.
Le froid étant un facteur favorisant les accidents de désaturation, il faut éventuellement **accroître le temps de paliers** (voir les procédures de désaturation) et, en tout cas, respecter une vitesse de **remontée lente**. Dans la mesure du possible, mieux vaut rester dans la courbe des plongées sans palier.

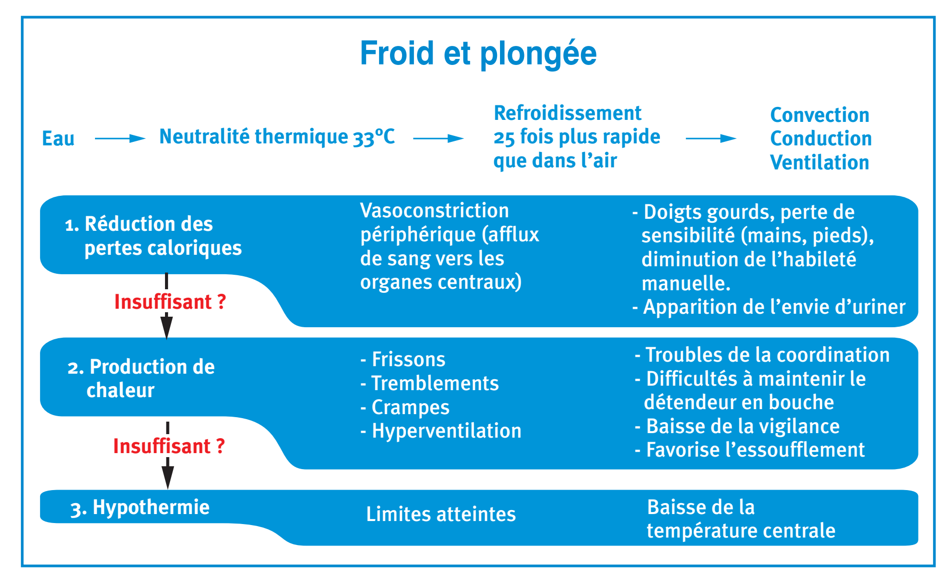

« J'ai froid »

Conduite à tenir en surface

En cas de refroidissement sévère, il est conseillé de :
- déséquiper le plongeur le plus rapidement possible ;
- le sécher **sans frotter ni frictionner** ;
- lui mettre des vêtements chauds et qui le protègent du vent ;
- l'allonger avec une couverture ;
- lui faire boire une boisson chaude et sucrée **(jamais d'alcool)** ;
- attendre le réchauffement **progressif** du corps et rester vigilant.

Les cas extrêmes peuvent nécessiter une évacuation vers des secours médicalisés.
Le froid ayant créé une vasoconstriction périphérique, il est important que les vaisseaux se dilatent progressivement, jusqu'à retrouver leur ouverture habituelle. **Sinon, cela crée un afflux sanguin brusque vers la périphérie du corps, au détriment des organes centraux, avec un risque de malaise cardiaque.** C'est la raison pour laquelle il ne faut pas passer ses mains sous l'eau chaude, ne pas boire d'alcool et ne pas se frictionner.

PLONGÉE EN EAUX TRÈS FROIDES
Dans les eaux très froides (ex. lacs d'altitude), le froid peut faire givrer les détendeurs qui se mettent alors en débit continu. Le risque est la panne d'air, puis la noyade. ***Si vous n'êtes pas familier de ce type de plongées, suivez une formation spécifique avant de les pratiquer.***



Le froid est un facteur favorisant les accidents de désaturation.

L'immersion en scaphandre modifie sensiblement notre ventilation. En particulier, les études sur le sujet ont montré :

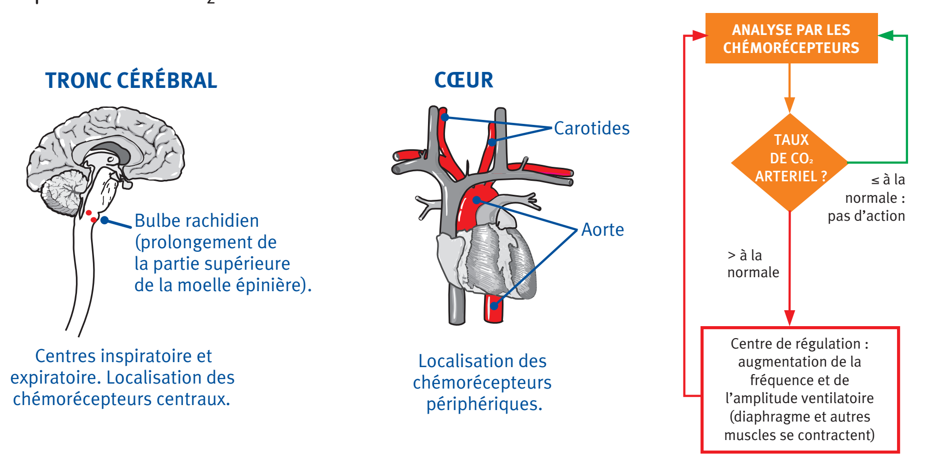
- **Une diminution des volumes pulmonaires,** due à un afflux sanguin vers le thorax (voir le chapitre sur le cœur) avec une redistribution d'une partie du sang dans les vaisseaux pulmonaires. Cela a aussi pour effet d'augmenter le travail des muscles de la ventilation. Ce phénomène est accentué par le port d'une combinaison qui comprime plus ou moins la poitrine.
- **Une résistance ventilatoire accrue du fait du détendeur,** qui rend plus difficiles les inspirations tête haute et les expirations tête basse. Dans tous les cas, la mise en bouche d'un détendeur oblige à une expiration active. Tous ces phénomènes augmentent les risques de fatigue à l'effort.

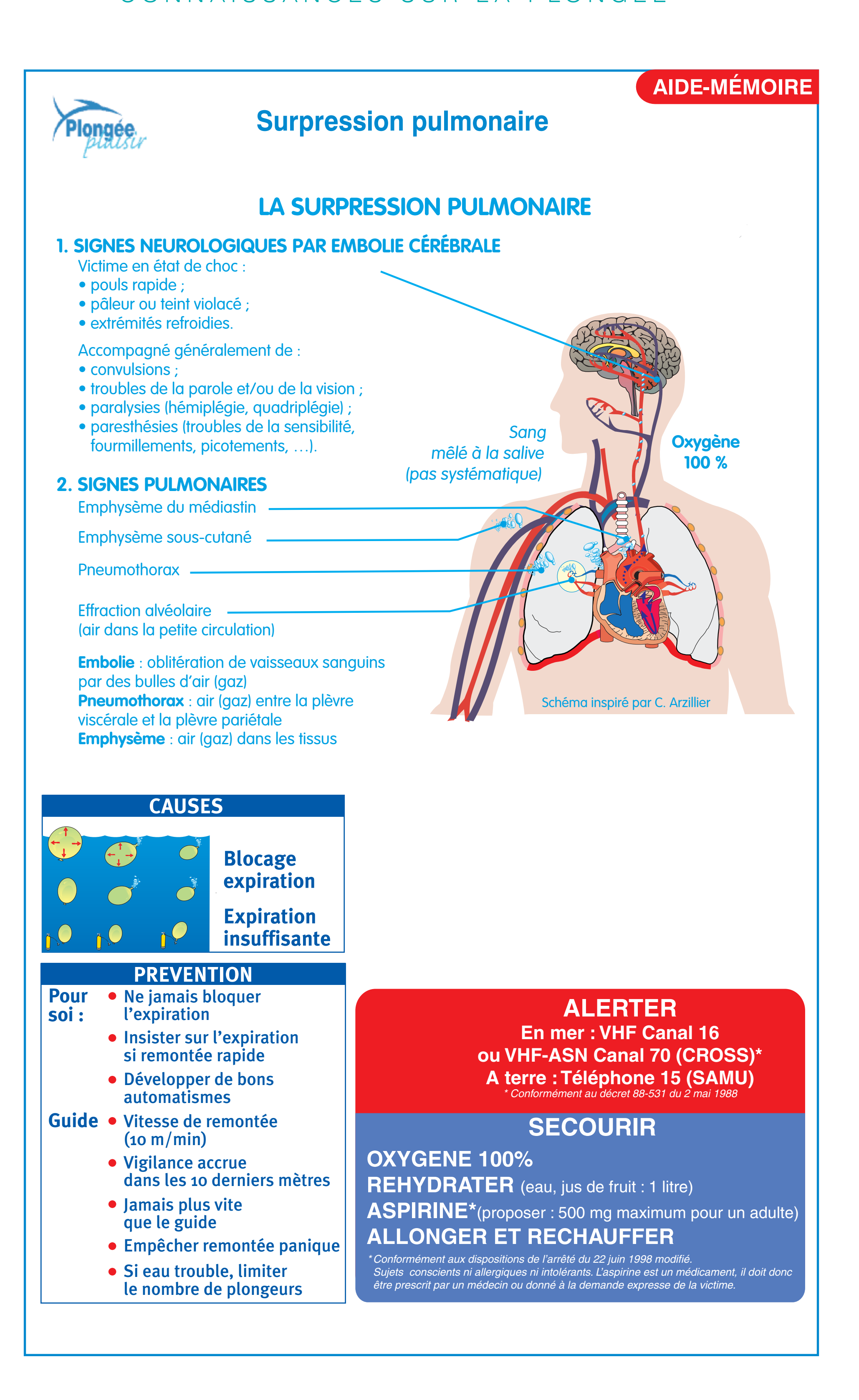
- **Une diminution de débit maximal,** due à l'augmentation de la masse volumique (viscosité) de l'air qui limite son écoulement par la formation de turbulences. Ce débit est réduit de manière significative dès 30 à 40 m, pour atteindre 70 % de sa valeur de surface à une profondeur de 60 m. ***« Ainsi, en plongée, les débits ventilatoires maximaux de sujets sains sont comparables à ceux des sujets insuffisants respiratoires en surface »*** *[43]*.

Nous pouvons en déduire que tous ces facteurs concourent à favoriser l'essoufflement, du fait d'une ventilation alvéolaire insuffisante et d'une fatigue accrue des muscles ventilatoires.

CHÉMORÉCEPTEURS

Lorsqu'il y a une augmentation du taux de CO2 dans le sang artériel, cela stimule des récepteurs sensibles aux substances chimiques : les chémorécepteurs du bulbe rachidien (**chémorécepteurs** centraux) et ceux de l'aorte et des carotides (**chémorécepteurs** périphériques). Cela entraîne un mécanisme de régulation : augmentation de la fréquence et de l'amplitude ventilatoire, jusqu'à ce que le taux de CO_2 revienne à la normale.





AIDE-MÉMOIRE

Plongée plaisir

Surpression pulmonaire

LA SURPRESSION PULMONAIRE

1. SIGNES NEUROLOGIQUES PAR EMBOLIE CÉRÉBRALE

Victime en état de choc :
- pouls rapide ;
- pâleur ou teint violacé ;
- extrémités refroidies.

Accompagné généralement de :
- convulsions ;
- troubles de la parole et/ou de la vision ;
- paralysies (hémiplégie, quadriplégie) ;
- paresthésies (troubles de la sensibilité, fourmillements, picotements, ...).

2. SIGNES PULMONAIRES

Emphysème du médiastin

Emphysème sous-cutané

Pneumothorax

Effraction alvéolaire (air dans la petite circulation)

Embolie : oblitération de vaisseaux sanguins par des bulles d'air (gaz)
Pneumothorax : air (gaz) entre la plèvre viscérale et la plèvre pariétale
Emphysème : air (gaz) dans les tissus

CAUSES

Blocage expiration

Expiration insuffisante

PREVENTION

Pour soi :
- Ne jamais bloquer l'expiration
- Insister sur l'expiration si remontée rapide
- Développer de bons automatismes

Guide
- Vitesse de remontée (10 m/min)
- Vigilance accrue dans les 10 derniers mètres
- Jamais plus vite que le guide
- Empêcher remontée panique
- Si eau trouble, limiter le nombre de plongeurs

ALERTER

En mer : VHF Canal 16
ou VHF-ASN Canal 70 (CROSS)*
A terre : Téléphone 15 (SAMU)

* Conformément au décret 88-531 du 2 mai 1988

SECOURIR

OXYGENE 100%
REHYDRATER (eau, jus de fruit : 1 litre)
ASPIRINE*(proposer : 500 mg maximum pour un adulte)
ALLONGER ET RECHAUFFER

* Conformément aux dispositions de l'arrêté du 22 juin 1998 modifié. Sujets conscients ni allergiques ni intolérants. L'aspirine est un médicament, il doit donc être prescrit par un médecin ou donné à la demande expresse de la victime.

UL6
Oreilles et plongée



Siège de l'audition et de l'équilibre, fragiles, extrêmement sollicitées en plongée, les oreilles méritent toute notre attention. Mieux en comprendre le fonctionnement permet d'adapter son comportement en tant que guide de palanquée, dans le souci permanent de la prévention des risques.

Description

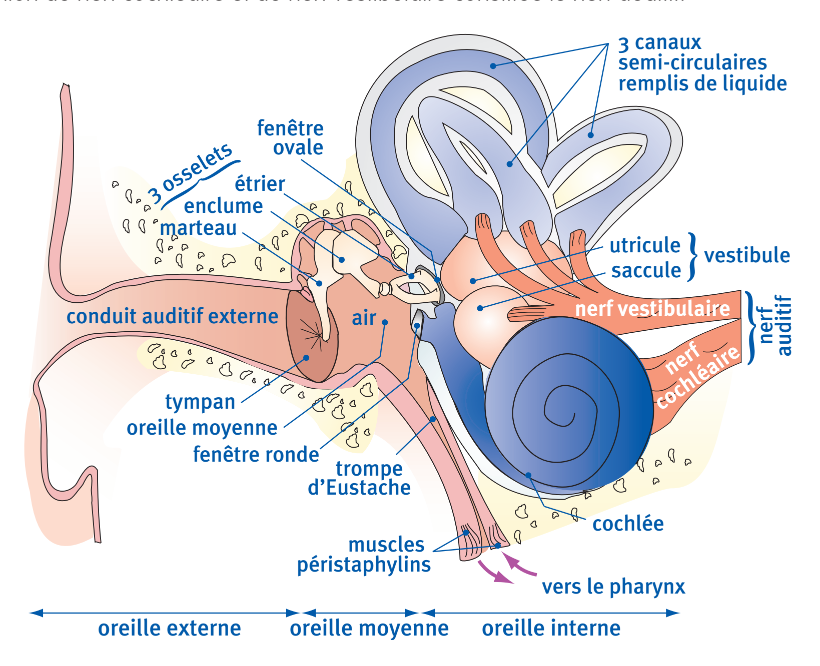
Une oreille se compose de trois grandes parties :

- **L'oreille externe** avec le **pavillon** et le **conduit** auditif qui mène à la paroi extérieure du tympan. Ce conduit est en communication avec le milieu ambiant : air en surface, eau en immersion.
- **L'oreille moyenne**, ou caisse tympanique, est délimitée par la paroi interne du **tympan** et par la fenêtre ovale. Elle contient trois osselets **(marteau, enclume, étrier)** maintenus par des **ligaments**. Elle communique avec le pharynx (arrière-nez) par l'intermédiaire de la **trompe d'Eustache**, conduit généralement fermé qui s'ouvre spontanément toutes les 2 ou 3 minutes [52] et lors de la déglutition, en faisant intervenir les muscles **péristaphylins**.

Le rôle essentiel de ce canal de communication est d'assurer la ventilation et l'équilibre des pressions dans l'oreille moyenne. L'étrier, solidaire de la fenêtre ovale, met en communication l'oreille moyenne et l'oreille interne.

- **L'oreille interne** est un labyrinthe empli de liquide. Elle contient :
  - la cochlée (avec la fenêtre ovale et la fenêtre ronde), organe de l'audition d'où part le nerf cochléaire ;
  - le vestibule et les canaux semi-circulaires, organes jouant un rôle dans l'équilibre, d'où part le nerf vestibulaire.

La réunion du nerf cochléaire et du nerf vestibulaire constitue le nerf auditif.

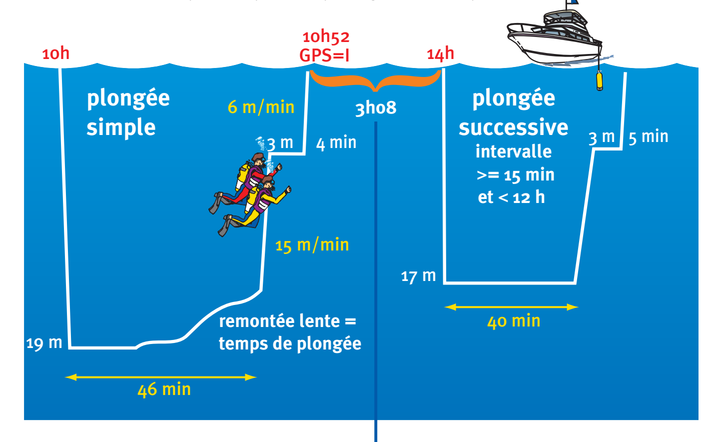






Plongées simples et successives
(Tables FFESSM - MN90)

Imaginons une immersion à 10h, avec une descente à 19 m et une remontée lente au bout de 10 min, puis une remontée à 15 m/min au bout de 46 minutes.
Sortie de l'eau à 10 h 52, la palanquée replonge à 14 h, pour 40 minutes à 17 m.



1 Détermination du GPS en fin de première plongée.

2 Avec le GPS et l'intervalle en surface, détermination de l'azote résiduel.

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
20 m	35 min		2	G
	40 min		2	H
	45 min	1	3	I
	50 min	4	6	I
	55 min	9	11	J
	60 min	13	15	K
	1 h 05	16	18	K
	1 h 10	20	22	L

Tableau 1 : Evolution de l'azote résiduel entre deux plongées

	Intervalles de surface				
GPS	2 h	2 h 30	3 h	3 h 30	4 h
H	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89
I	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90
J	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91

3 Avec l'azote résiduel et la profondeur de la deuxième plongée, détermination de la majoration (en minutes).

4 Temps fictif = temps réel (40) + major. (19) soit 59 min

Tableau 2 : Détermination de la majoration en minutes

	Profondeur de la 2e plongée		
Azote résiduel	15 m	18 m	20 m
0,92	18	15	13
0,95	23	19	17
0,99	30	24	22

5 Avec le temps fictif, détermination des paliers de la 2e plongée

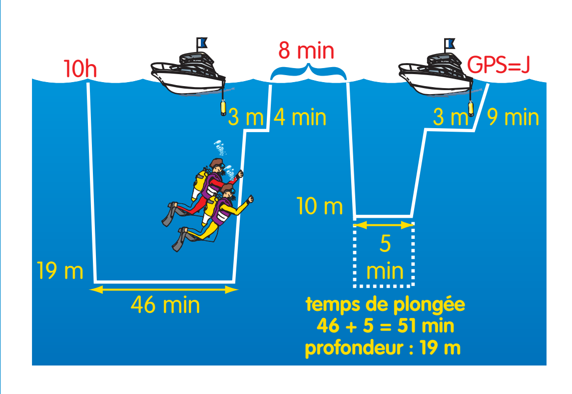
Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
18 m	50 min		2	H
	55 min	1	3	I
	60 min	5	7	J
	1 h 05	8	10	J

AIDE-MÉMOIRE



Profils exceptionnels ou anormaux
(Tables FFESSM - MN90)

Plongées consécutives, remontées rapides et interruptions de paliers constituent des profils à risques qui doivent rester exceptionnels et involontaires.



PLONGÉES CONSÉCUTIVES (ou additives)

Intervalle en surface inférieur à 15 minutes.

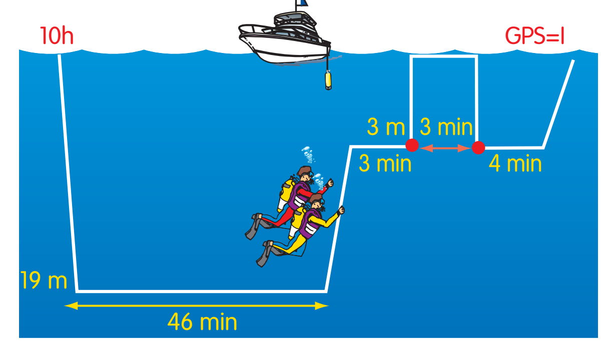
C'est la continuité de la première immersion.

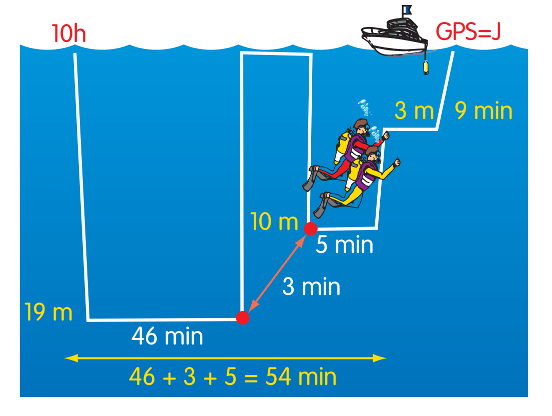
Exemple : 8 minutes après une plongée de 46 minutes à 19 m, la palanquée se réimmerge durant 5 minutes à 10 m.

INTERRUPTIONS DE PALIER

3 minutes pour reprendre la procédure et refaire en totalité le palier interrompu.

Exemple : Plongée de 46 minutes à 19 m, interruption du palier au bout de 3 minutes.



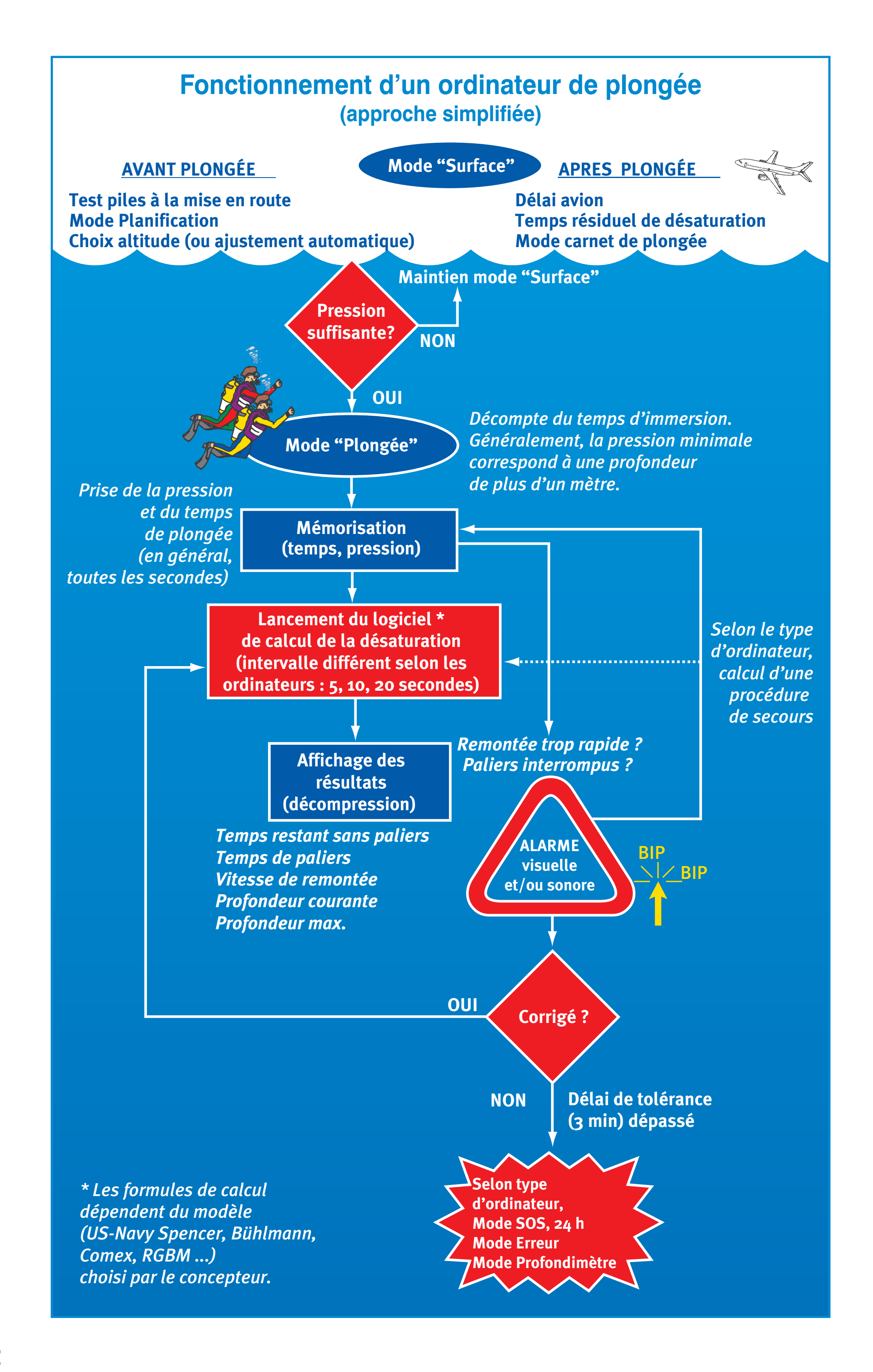


REMONTÉES RAPIDES

Vitesse > 17 m/min

3 minutes pour être redescendu à demi-profondeur et y rester 5 minutes.
Paliers minimum : 2 minutes à 3 m.

Exemple : Au bout de 46 minutes à 19 m, erreur de procédure et remontée rapide en surface.


Fonctionnement d'un ordinateur de plongée
(approche simplifiée)
AVANT PLONGÉE
Test piles à la mise en route
Mode Planification
Choix altitude (ou ajustement automatique)
Mode "Surface"
APRES PLONGÉE
Délai avion
Temps résiduel de désaturation
Mode carnet de plongée
Maintien mode "Surface"
Pression suffisante?
NON
OUI
Mode "Plongée"
Décompte du temps d'immersion. Généralement, la pression minimale correspond à une profondeur de plus d'un mètre.
Prise de la pression et du temps de plongée (en général, toutes les secondes)
Mémorisation (temps, pression)
Lancement du logiciel * de calcul de la désaturation (intervalle différent selon les ordinateurs : 5, 10, 20 secondes)
Selon le type d'ordinateur, calcul d'une procédure de secours
Affichage des résultats (décompression)
Temps restant sans paliers
Temps de paliers
Vitesse de remontée
Profondeur courante
Profondeur max.
Remontée trop rapide ?
Paliers interrompus ?
ALARME visuelle et/ou sonore
BIP
BIP
OUI
Corrigé ?
NON
Délai de tolérance (3 min) dépassé
Selon type d'ordinateur,
Mode SOS, 24 h
Mode Erreur
Mode Profondimètre
* Les formules de calcul dépendent du modèle (US-Navy Spencer, Bühlmann, Comex, RGBM ...) choisi par le concepteur.

PROFONDEUR AFFICHÉE

Un ordinateur effectue ses calculs en fonction des **variations de pression**. Il n'utilise donc pas la notion de **profondeur**, qui n'est affichée qu'à titre d'information pour le plongeur. La conversion pression/profondeur dépend de l'étalonnage de la machine. Certains modèles considèrent une densité égale à 1 (eau douce), d'autres une densité de l'ordre de 1,025 (eau de mer). D'autres enfin, testent la salinité de l'eau à l'immersion ou proposent de sélectionner la densité voulue.
De plus, bien que les capteurs électroniques de pression soient plus fiables que les appareils mécaniques, ils ont tous une tolérance de précision de l'ordre de + ou – 30 à 50 cm.
Il est donc logique de constater des différences entre ordinateurs, d'autant plus grandes que la profondeur est importante. A 40 ou 50 m, la profondeur affichée peut ainsi varier de 1 à 2 m selon l'instrument utilisé. Cela doit nous inciter à la prudence.

Utilisation d'un ordinateur

En surface, avant de plonger

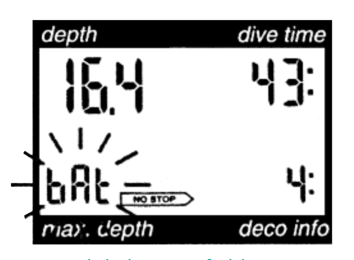
Il est conseillé de toujours mettre son ordinateur **sous tension avant de plonger**, pour vérifier son bon fonctionnement et le niveau de charge des piles. Celui-ci s'affiche en pourcentage (exemple : 90 %) ou sous forme de barrettes, selon les modèles.
Généralement, un avertisseur sonore et/ou visuel prévient l'utilisateur lorsque les batteries sont faibles (signal « **bat** » clignotant ou « **low bat** »).



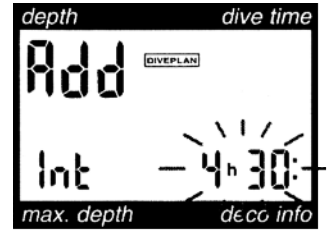
Avant de s'immerger, mettre sous tension l'ordinateur et vérifier son bon fonctionnement.
Il existe des systèmes à boutons poussoirs ou à contacts humides.

Le mode **SURFACE** offre les possibilités suivantes :

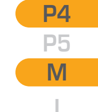
- **Planification des plongées :** il est possible de planifier vos immersions, soit en faisant défiler la courbe des temps de plongée sans palier (mode **PLAN**), soit en simulant (mode **SIMULATION**) une plongée avec ou sans palier, en tenant compte, par exemple, des plongées précédentes. Il s'agit de possibilités particulièrement utiles pour préparer vos plongées et harmoniser une procédure de désaturation entre utilisateurs d'ordinateurs différents. Cela permet de s'accorder sur le profil de la plongée **avant** l'immersion.



Signal de batterie faible.



Simulation : paramétrage de l'intervalle en surface.



Prévention

Les études FFESSM comme celles du DAN (Divers Alert Network) font le même constat : si le risque d'ADD est désormais relativement faible (de l'ordre de 1 à 4 pour 10 000), 50 à 70 % de ces accidents surviennent malgré le respect des procédures. Ainsi, contrairement à une idée largement répandue, croire qu'il suffit de respecter les indications de son ordinateur pour se prémunir de tout risque d'ADD est une erreur. Dans ce contexte, les accidents qui persistent malgré le respect du protocole de désaturation trouvent leurs causes principales dans l'état de fatigue ou de méforme du plongeur, dans des erreurs de comportement ou dans l'adoption de profils à risque.
Ce constat amène à conseiller l'intégration des quatre éléments suivants pour assurer une décompression sûre :
1) protocole ; **2)** facteurs favorisants ; **3)** comportement ; **4)** profil.

1. Respect du protocole de désaturation

- La vitesse de remontée depuis le fond doit être **lente et régulière**, de l'ordre de 9 à 12 m/min.
- Cette vitesse de remontée doit être **très lente** à l'approche de la surface ou entre les paliers, de l'ordre de 6 m/min. Une des erreurs le plus souvent constatées consiste à remonter rapidement, comme un bouchon, entre 3 m et la surface, dès le palier achevé.
- Les paliers doivent être correctement effectués : temps respecté, profondeur stable.

ACCROÎTRE LES PALIERS

Pour les plongées avec tables, il est conseillé d'utiliser la procédure en vigueur dans le monde professionnel [80] : prendre le temps de plongée immédiatement supérieur. Si vous utilisez un ordinateur de plongée, paramétrez-le pour qu'il adapte la désaturation ou bien, faute de mieux, appliquez la procédure préconisée par Fructus et Sciarli : augmentez d'au moins 5 minutes les temps des paliers à 3 ou 6 m, fournis par l'instrument [81].

10 ANS D'ENQUÊTE SUR LES ACCIDENTS DE DÉSATURATION

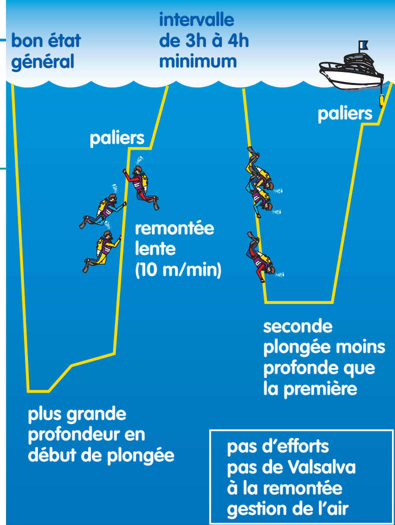
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nombre d'ADD avérés en France	39	31	22	43	49	64	55	50	39	42
ADD lors de plongées d'exploration avec respect du profil et du protocole de désaturation	47%	57%	58%	58%	45%	43%	48%	59%	59%	67%

Source : Enquête annuelle du Dr Bruno Grandjean (http://medical.ffessm.fr/)

PANNE D'AIR

La panne d'air, consécutive à une mauvaise gestion de son autonomie, est responsable d'une grande partie des accidents. Elle conduit, le plus souvent, à une remontée rapide ou à l'interruption des paliers.
En tant que guide de palanquée, vous devez être particulièrement attentif à ce risque, insister sur le signe « mi-pression (100 bars) » et consulter régulièrement le manomètre ou l'ordinateur à gestion d'air des membres de votre palanquée. Cela doit vous permettre de faire remonter chacun des plongeurs avec au moins 30 à 50 bars de réserve de sécurité.

Conditions d'une bonne désaturation.



Poissons osseux

Quelques espèces de poissons osseux parmi les plus fréquemment rencontrées…

Argentés

Sar commun (Atl., Méd.)

Sar à tête noire (Atl., Méd.)





Sar à museau pointu (Atl., Méd.)



Sar tambour (Atl., Méd.)





Oblade (Atl., Méd.)



Corb (Méd.)



Dorade royale (Atl., Méd.)



Denti (Méd., Atl.)

Atl. : Atlantique - Méd. : Méditerranée

NOTIONS ESSENTIELLES

Les écosystèmes

Un **écosystème** peut se définir comme étant l'ensemble formé par des êtres vivants (la **biocénose**) et leur environnement (le **biotope**).

Ecosystème = êtres vivants + environnement.

Complémentaire de la classification des espèces, la notion d'écosystème est essentielle pour un guide de palanquée, car les espèces ne se rencontrent pas n'importe où. Pour qu'elles s'installent et prospèrent dans un lieu donné, il faut que les conditions de vie soient favorables :

- abondance de la nourriture (ex. les zones exposées aux courants sont généralement riches en faune) ;
- température et salinité de l'eau ;
- luminosité (les espèces sont plus abondantes dans la zone des 10 mètres voire 20 mètres qu'en profondeur) ;
- habitat (ex. certains nudibranches se nourrissent sur une espèce particulière d'éponge, en repérant ce type d'éponge, vous augmentez vos chances de voir ces nudibranches ; recherchez la nourriture des hippocampes et vous les trouverez sans doute à proximité…) ;
- etc.

L'approche du milieu par la logique d'écosystème donne du sens à vos plongées et vous permet de trouver plus facilement les espèces que vous recherchez. Au final, vous augmentez la satisfaction et la motivation des plongeurs que vous encadrez.

Les différents habitats

Les **fonds rocheux** : ce sont les plongées pratiquées le plus souvent dans l'hémisphère Nord, en Atlantique ou en Méditerranée. De nombreuses espèces se fixent sur la roche et une vie intense s'y développe dans les anfractuosités, refuges de choix pour de nombreux animaux.

Le **corraligène** : formation calcaire créée par de micro-organismes. Caractéristique de certaines zones méditerranéennes, ses cavités constituent un habitat privilégié par de nombreuses espèces.

Les **fonds coralliens** : caractéristiques des zones tropicales, la vie y est intense et le plus souvent très colorée.

Les **herbiers** : véritables nurseries, riches en petits animaux, ils doivent être particulièrement préservés.

Les **mangroves** : parties de côtes basses, abritées, situées en zone estuarienne et pourvues d'une végétation résistant à l'immersion en eau salée. Elles abritent de nombreux juvéniles.

Les **fonds de sable** : souvent boudés, ces fonds peuvent être riches en vie. Réserver plutôt ces plongées à des plongeurs déjà passionnés.

La vie à plusieurs…

Symbiose : association intime et durable entre deux espèces qui en tirent des bénéfices réciproques (ex. micro-algues qui donnent leurs couleurs aux coraux).

Parasitisme : relation biologique symbiotique dans laquelle le parasite tire seul un profit (nourriture, reproduction, abri) aux dépens de son hôte (ex. anilocre fixée sur un poisson).

Mutualisme : association durable entre deux espèces, nécessaire et bénéfique aux deux (ex. anémone et poissons-clowns).

Commensalisme : relation entre une espèce tirant sa nourriture de son hôte (déchets produits ou restes de nourriture) sans contrepartie et sans dommage pour ce dernier (anémone et bernard-l'ermite).

La vision de Jean-Michel Cousteau

1. Quels changements avez-vous vu apparaître au cours des six dernières décennies ?

En dehors du changement climatique, je vois trois problèmes, tous causés par notre propre comportement :

- le fait que nous considérions l'océan comme une poubelle ;
- la destruction des habitats côtiers ;
- la surpêche.

La bonne nouvelle, c'est qu'il y a des solutions. Elles sont amenées par la science, le bon sens commun, une attention particulière aux animaux qui sont des sentinelles, un engagement profond envers ce que nous aimons, à l'image de l'incomparable beauté de la mer, et nos enfants car ils représentent le futur.



Avec Jean-Michel Cousteau aux îles Fidji, avant une plongée sur l'extraordinaire réserve marine de Namena.

2. En quoi les animaux sont-ils des sentinelles ?

Les animaux, et en particulier les animaux marins, sont des sentinelles car ce qui leur arrive aujourd'hui nous arrivera demain. Par exemple, les analyses faites sur les cétacés (qui comme nous sont en bout de chaîne alimentaire) montrent une concentration de substances de toutes sortes, rejetées à la mer par les hommes, avec de graves conséquences à la clef : diminution des résistances aux maladies, transmission des produits toxiques aux nouveau-nés par le lait maternel, décès prématurés…
Protéger les océans, c'est nous protéger nous-mêmes.

3. Lors de vos expéditions, avez-vous pu mesurer par vous-même l'impact des rejets en mer ?

Je prendrai l'exemple des îles du nord-ouest à Hawaï, les plus isolées au monde, longtemps restées vierges de toute influence humaine.
Partie intégrante du système océanique, elles subissent l'influence du gyre[1] du Pacifique Nord, un énorme courant circulaire parcourant la planète dans le sens des aiguilles d'une montre. D'ouest en est, il traverse le Pacifique Nord, descend le long des côtes nord-américaines puis d'Amérique centrale et repart ensuite, d'est en ouest, à travers le Pacifique pour atteindre les côtes du Japon.
Historiquement, ce courant charriait des bois flottés qui occasionnellement transportaient plantes et animaux peuplant alors les terres sur leur passage. Ce lent processus de colonisation s'effectuait sur des centaines d'années. Récemment, j'ai marché sur les plages de l'île de Laysan et j'ai pu voir ce que le gyre du Pacifique Nord apporte aujourd'hui : seringues, écrans d'ordinateur, brosses à dents, jouets, filtres de cigarettes, plastiques de toutes sortes… C'est la Grande Poubelle du Pacifique, affectant toutes les espèces marines sur son passage.
Ces déchets s'accumulent sur une surface représentant deux fois celle de la France !

1. Gyre : Terme utilisé dans le milieu marin pour désigner les structures tourbillonnaires caractéristiques de la turbulence océanique à l'échelle d'un bassin océanique. A plus petite échelle, on parle de « tourbillon ».

P4
P5
M
I

4. Quelles sont les solutions ?

Philosophiquement, la chose est simple à énoncer :

- ne pas surconsommer et n'acheter que ce dont on a réellement besoin ;
- ne rien rejeter dans la nature.

C'est une solution personnelle et individuelle qui ne requiert aucun changement industriel et aucune décision politique. Bien entendu, il est nécessaire de disposer d'emballages biodégradables et de produits recyclables, mais ce qui compte avant tout c'est de ne rien rejeter dans la nature, pas plus sur terre et dans les airs que dans les rivières, fleuves et océans où tout finit en définitive. Il nous faut abandonner le « réflexe du singe » qui, après avoir mangé une banane, rejette la peau par terre ! C'est encore ce que nous faisons aujourd'hui y compris dans les pays les plus développés : plastiques, produits manufacturés, polluants et autres substances sont encore trop souvent simplement rejetés dans la nature, entassés dans des décharges.

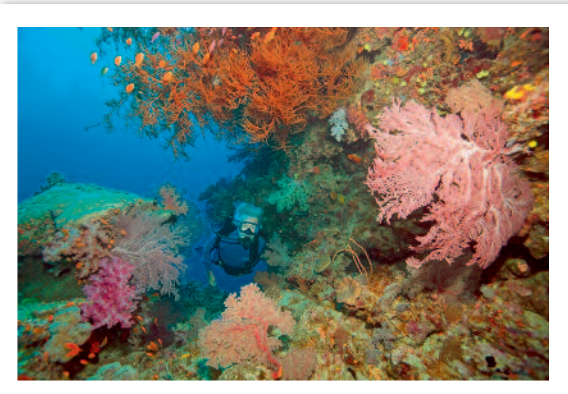
5. Pourquoi a-t-on ce réflexe ?

C'est un réflexe ancestral, ancré en nous. Il est amplifié par la conviction que la dilution c'est la solution. Longtemps, nous avons cru que les produits rejetés dans l'air ou dans l'eau se diluaient et disparaissaient. Or, ce n'est pas vrai, tout particulièrement pour les produits chimiques et les métaux lourds qui chaque jour s'accumulent dans les océans.
L'analyse du corps de baleines échouées dans le Pacifique Est a montré une contamination au PBDE (Polybromodiphényléther), un produit chimique utilisé pour ignifuger les produits plastiques et les textiles que l'on retrouve dans les jouets pour enfants, les canapés, etc. Ces produits sont d'abord présents dans l'air puis ils pénètrent dans l'eau et entrent dans la chaîne alimentaire, s'accumulent dans les graisses des animaux en bout de chaîne et constituent une menace pour leur santé. C'est le cas aujourd'hui pour de nombreuses espèces de mammifères marins : les grands dauphins vivant le long des côtes des Etats-Unis, les baleines à fanons (bien qu'elles se nourrissent dans les eaux profondes), les phoques et marsouins en mer du Nord, etc. Cela préfigure ce que nos enfants pourraient subir dans le futur.
Pour prévenir cela, il faut un changement radical de logique industrielle en exigeant que les produits fabriqués soient certifiés « sans risque » AVANT d'être mis sur le marché. Il ne faut plus attendre que le problème se pose pour tenter d'y remédier. Il est irresponsable de la part des entreprises de se rendre compte, trente ans après sa commercialisation, qu'un produit est dangereux. Les gouvernements doivent en prendre conscience et modifier la réglementation en ce sens. Les citoyens, par leur vote et le choix des produits achetés préférentiellement, doivent également avoir une influence. Mieux vaut prévenir que guérir !

6. En quelque sorte, vous prônez une prise de conscience globale de notre appartenance à la planète…

Oui. Pendant des centaines d'années, nous avons vu la nature comme un assemblage de différentes espèces sans lien entre elles, la science identifiant et classant les différentes « pièces détachées » du système. La disparition de certaines de ces « pièces » nous fait aujourd'hui prendre conscience que la nature est un tout et que pour que la planète soit habitable nous avons besoin de chaque espèce. La nature nous fournit de l'air respirable, de l'eau fraîche, de la nourriture, des matières premières et un environnement agréable. Nous devons donc protéger sa biodiversité pour nous protéger nous-mêmes.
A titre d'exemple, avec mes enfants Fabien et Céline ainsi que les membres de mon équipe, nous avons plongé dans les eaux du Florida Keys National Marine Sanctuary en compagnie de mérous géants (*Epinephelus itajara*) appelés également loches. Ils peuvent atteindre 2,50 m et peser plus de 300 kg. L'espèce est aujourd'hui menacée de disparition car les pêcheurs n'avaient pas

compris que, quand ils étaient faciles à attraper, c'est qu'ils se regroupaient pour se reproduire et qu'il fallait les laisser en paix. A ce facteur s'est ajoutée une cause supplémentaire que nous avons mis du temps à identifier : lors de la ponte, les œufs sont transportés sur des milliers de kilomètres pour atteindre des zones propices aux alevins telles que les mangroves. Les jeunes mérous y séjournent alors leurs sept premières années avant de rejoindre les eaux profondes et d'atteindre la taille gigantesque que nous leur connaissons. En ignorant ce phénomène, l'homme détruit les mangroves sans autres précautions, pensant qu'elles ne sont qu'un obstacle au développement industriel et touristique. En oubliant leur rôle fondamental de nurseries, nous accélérons encore la disparition de ces grands mérous.



Jean-Michel Cousteau en plongée aux îles Fidji sur la réserve marine de Namena. La faune fixée est en parfaite santé… Photo © Alain Foret

7. Là encore, quelle solution ?

Il faut recréer ces habitats que nous avons détruits et réaliser à quel point ils sont importants pour la santé des océans et l'économie humaine. Nous ne pouvons pas nous permettre de prendre le risque d'hypothéquer la vie sous-marine en bétonnant sans cesse les côtes du littoral sur toute la planète.

Il faut également une prise de conscience globale du problème de la surpêche qui menace d'extinction des dizaines d'espèces : mérous, thons, espadons, requins… Avec pour conséquence première des difficultés économiques pour les pêcheurs eux-mêmes. La solution pour lutter contre cette surpêche est la création d'aires marines protégées. Ce n'est pas une idée nouvelle. J'ai vu aux îles Fidji, il y a de cela plusieurs années, que quand un grand chef mourait, une partie du récif était sanctuarisée et interdite à la pêche. La raison tenait au fait qu'un an après, les habitants du village rendaient hommage à leur chef décédé en faisant une grande fête qui nécessitait de disposer de beaucoup de poisson. En procédant ainsi, ils étaient certains de disposer de suffisamment de poisson. De nombreux peuples pêcheurs assurent leur nourriture future en protégeant certains territoires.

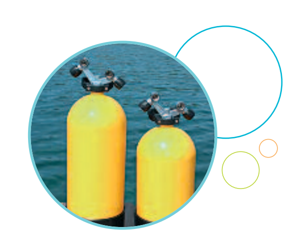
Aux Etats-Unis, la première aire marine protégée n'a rien à voir avec la protection des espèces marines. A Cap Canaveral, une grande partie de la zone située autour de l'aire de lancement des fusées avait été interdite à toute activité de plaisance et de pêche, pour protéger les usagers d'éventuelles retombées. Quelques années plus tard, nous nous sommes rendu compte que cette zone était devenue extrêmement poissonneuse.

Les scientifiques ont alors étudié le phénomène et mis en avant l'efficacité d'une protection totale en matière de repeuplement. En à peine trois ans, certaines espèces sont capables de renverser la tendance et de recommencer à se développer.

8. Êtes-vous optimiste ?

Oui, je le suis. Notre programme éducatif « Ambassadeurs de l'environnement » porte ses fruits. Les habitudes de consommation changent, les comportements évoluent dans le bon sens.

Les plongeurs et les moniteurs de plongée sont des témoins privilégiés qui, par leur action au quotidien, ont un rôle important à jouer. Il nous faut persévérer dans cette voie…



UL9
Les appareils sous pression

Plonger avec de l'air comprimé suppose l'utilisation de compresseurs, de bouteilles tampons, de bouteilles de plongée et de détendeurs. Sur ces thèmes, vous devez être capable de répondre aux questions des plongeurs que vous encadrez et les guider dans leurs choix. Vous devez aussi pouvoir apporter votre aide dans les travaux de gonflage et lors des choix d'investissements de votre club.

Les compresseurs

Contrairement aux solides et aux liquides, très peu compressibles, les gaz se compriment aisément. Cette opération consiste à rapprocher les molécules pour en faire tenir un plus grand nombre dans un même volume. Pour cela, on utilise un compresseur.

Principe : la montée en pression

En plongée, les compresseurs que nous utilisons compriment de l'air pour l'amener progressivement de la pression atmosphérique à la pression désirée : 176, 200, 230 ou 300 bars. Le cœur du mécanisme est le plus souvent un ensemble de plusieurs **pistons** en mouvement, chacun à l'intérieur d'un **cylindre**.
Lorsque le premier piston descend, cela ouvre un clapet d'aspiration par lequel l'air ambiant s'engouffre jusqu'à la limite de course du piston. Puis il remonte, ce qui ferme le clapet d'**aspiration**. Lorsque la pression dans le cylindre atteint le seuil de déclenchement du clapet de refoulement, l'air se déverse dans un autre cylindre, plus étroit que le précédent. Cette diminution de volume entre les deux cylindres provoque une montée en pression. Le même mécanisme se poursuit en plusieurs étapes appelées « étages »[1] jusqu'à atteindre la pression maximale prévue.

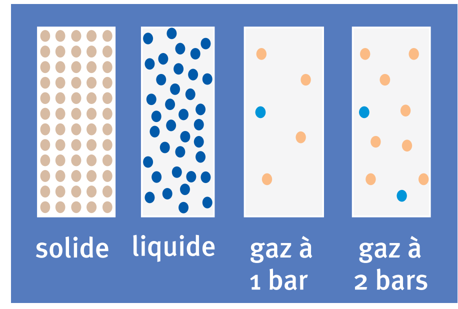


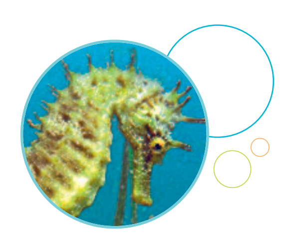
Schéma symbolique des différents états de la matière (échelles non respectées).

1er étage	2e étage	3e étage	4e étage	5e étage
6 bars	45 bars	225 à 330 bars		
4 bars	20 bars	60 bars	225 à 330 bars	
4 bars	15 bars	45 bars	150 bars	350 à 500 bars

Exemples d'augmentation de pression entre étages sur différents types de compresseurs. La montée à de telles pressions (200, 300 bars) ne peut s'effectuer que par étages successifs, car les contraintes imposées en température et en efforts mécaniques ne peuvent être supportées ni par les matériaux, ni par les huiles. Il existe cependant des compresseurs à un étage pour un usage limité à de faibles pressions (exemple : pistolet à peinture).

1. Etage : ensemble cylindre-piston.

UL10
Les acteurs de la plongée



La plongée de loisir en France

En France, l'organisation de la plongée de loisir fait intervenir principalement :

- le ministère chargé des Sports,
- des fédérations (FFESSM, FSGT),
- des syndicats professionnels (ANMP, SNMP, SNEPL, SMPS),
- l'UCPA (Union des centres de plein air).

Le ministère chargé des Sports

La plongée sous-marine est placée sous la tutelle du ministère chargé des Sports qui assure son développement, au même titre qu'un ensemble d'autres activités sportives. Il propose des lois au parlement, promulgue des décrets et des arrêtés, il fournit une aide humaine, technique et financière, il organise des examens pour les moniteurs, il veille à ce que les meilleures garanties de sécurité soient offertes aux pratiquants. Pour l'aider dans cette tâche, il a délégué une partie de ses missions à la FFESSM (notion de « délégation »). Parallèlement, le Comité National Olympique et Sportif Français (CNOSF) a créé en 2009 le Conseil interfédéral des activités à environnement spécifique (plongée, ski, alpinisme, canoë-kayak…) afin d'institutionnaliser une collaboration entre fédérations.

